

Ergebnisse der Verlaufskontrolle von Schalenprothesen nach Wagner mit der Stereo-Röntgen-Analyse (SRA)

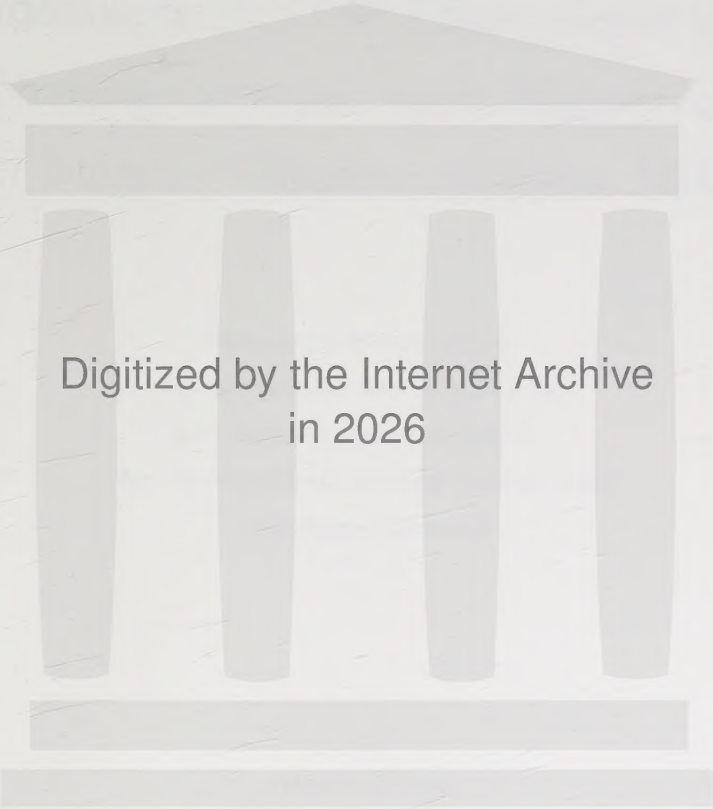
Vorgelegt

von

Stefan Prellwitz

aus

Erlangen



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546218_0084

Aus der Orthopädischen Klinik mit Poliklinik
der Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Professor Dr. med. D. Hohmann

Ergebnisse der Verlaufskontrolle von Schalenprothesen nach Wagner mit der Stereo-Röntgen-Analyse (SRA)

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt von
Stefan Prellwitz
aus Erlangen

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät
der Universität Erlangen-Nürnberg



Dekan: Prof. Dr. V. Becker

Referent: Prof. Dr. D. Hohmann

Tag der mündlichen Prüfung: 07.03.1983

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	1
2. Methode der Stereo-Röntgen-Analyse (SRA)	5
2.1. Aufnahme der Stereobilder	5
2.2. Auswertung der Stereobilder	7
2.2.1. Das Paßpunktmeßfeld	7
2.2.2. Die Metallmarkierungen	7
2.2.3. Die Schalenprothese	9
2.2.4. Der Markierungsdraht der Hüftpfanne	10
2.3. Vergleich der Meßdaten	10
2.3.1. Die Längsschnittuntersuchung	11
2.3.2. Die Querschnittsuntersuchung	11
2.4. Kontrollparameter	11
2.5. Der Verlagerungsvektor	12
2.6. Genauigkeit der SRA	12
2.6.1. Markierungsfehler	12
2.6.2. Aufnahmefehler	16
2.6.3. Auswertefehler	16
3. Ergebnisse	18
3.1. Kasuistik	18
3.2. Statistik	39
3.2.1. Untersuchungsmaterial	39
3.2.2. Verlagerungsvektoren der Schalen im Längsschnitt	40
3.2.2.1. Die Summenvektoren	46
3.2.2.2. Die Raumkoordinaten der Verlagerungsvektoren	46
3.2.3. Verlagerungsvektoren der Pfannen im Längsschnitt	47
3.2.4. Die Querschnittsuntersuchungen	47
3.3. Diskussion der Ergebnisse	49
4. Zusammenfassung	51
5. Literatur	52

1. Einleitung

Neben den seit etwa 20 Jahren in der Alloarthroplastik des Hüftgelenks verwendeten Totalendoprothesen, werden seit 1975, insbesondere bei jüngeren Patienten, vermehrt Schalenprothesen nach Wagner implantiert. Der Vorteil dieses Prothesentyps besteht vor allem in der Erhaltung von Hüftkopf und Schenkelhals und somit der biomechanisch günstigeren Lastübertragung auf das proximale Femurende (23).

Durch das weniger radikale operative Vorgehen bestehen im Falle einer Lockerung des Implantats, verglichen mit einer herkömmlichen Totalendoprothese, bessere Rückzugsmöglichkeiten. Neben einem Prothesenwechsel bieten sich in diesem Fall eine Entfernung des Kunstgelenks, eine Schaftprothese oder, bei einseitigem Gelenkbefall, auch eine Arthrodeese an. Diese Tatsachen rechtfertigen es, auch schon jüngeren Patienten mit schmerzhafter Einschränkung der Beweglichkeit im Hüftgelenk durch eine Schalenprothese Hilfe zukommen zu lassen.

Wie auch bei anderen Verfahren des Hüftgelenkersatzes sind die wichtigsten postoperativen Komplikationen von Schalenprothesen periartikuläre Verkalkung und Lockerung (4,6,9,10,23). Gelockerte Kunstgelenke führen zur Knochenresorption und damit zu Substanzverlusten, die erneute operative Eingriffe erheblich erschweren, da die Anteile, die das Zweitimplantat tragen sollen, eingeschmolzen sind. Ist die verbleibende Knochenunterlage nicht mehr in der Lage, neue Schalenimplantate zu tragen, so muß auf eine Schaftprothese zurückgegriffen werden.

Um einen langfristigen Erfolg mit dem Gelenkersatz zu erreichen, ist man bestrebt, gelockerte Prothesen möglichst frühzeitig zu diagnostizieren. Dies gilt für Schalenprothesen im besonderen, da mit diesem Typ vor allem jüngere Patienten versorgt werden.

Die Diagnosestellung ist im allgemeinen schwierig und beruht auf anamnestischen Angaben sowie auf klinischen, radiologischen, szintigraphischen und Laborbefunden. Typisch sind ziehender Belastungsschmerz, Bewegungseinschränkung und beschleunigte BKS. Bei einer erheblichen Lockerung kann der Beweis radiologisch erbracht werden, insbesondere durch Funktionsaufnahmen in verschiedenen Gelenkstellungen. Ein Problem bei Schalenprothesen ist allerdings, daß eine Knochenresorption unter der Schale nicht dargestellt wird.

Eine aufwendige Methode zur Lockerungsdiagnostik ist die Arthrographie (8,24). Durch Austritt von Kontrastmittel zwischen Knochen und Zement ist eine Lockerung bewiesen. Im allgemeinen kann bei Schalenprothesen dieses Verfahren nur eine Pfannenlockerung nachweisen, da unter der Metallkappe kein Kontrastmittel zu erkennen ist.

Durch schwingungsmechanische Methoden wurde in den letzten Jahren ein indirekter Lockerungsbeweis erbracht (19,20,21). Bisher wurden diese Methoden nur bei Schaftprothesen angewandt, sollen aber auch zur Überprüfung von Schalen und Pfannen geeignet sein.

In der orthopädischen Universitätsklinik Erlangen wurde nun ein Verfahren entwickelt, mit dem Verlagerungen von Schalen- als auch von Schaftprothesen sowie von

Selenkopffolien frühzeitig erkannt werden können. Bei dieser Methode werden zwei Röntgenaufnahmen des interessierenden Objekts aus zwei verschiedenen Perspektiven, das heißt Stereopaar, angefertigt (siehe Abb. 1), die mittels eines mathematischen Verfahrens unter Einsatz der elektronischen Datenverarbeitung ausgewertet werden. Die beiden Perspektiven desselben Objekts werden analog dem räumlichen Sehen des Menschen zu einem dreidimensionalen Raummodell vereint. Nach der Auswertung der Bilder lassen sich Aussagen über die Relativlage und etwaige Verlagerungen des Implantats treffen. Die Genauigkeit dieses Verfahrens liegt in 80 % der Fälle bei 0,3 mm. Das heißt, Verlagerungen des Kunstgelenks von mehr als 0,3 mm können nachgewiesen werden. Ein besonderer Vorteil dieser Methode ist, daß auch Verlagerungen in der Sagittalebene, welche sich im konventionellen Röntgenbild nicht nachweisen lassen, exakt bestimmt werden können.

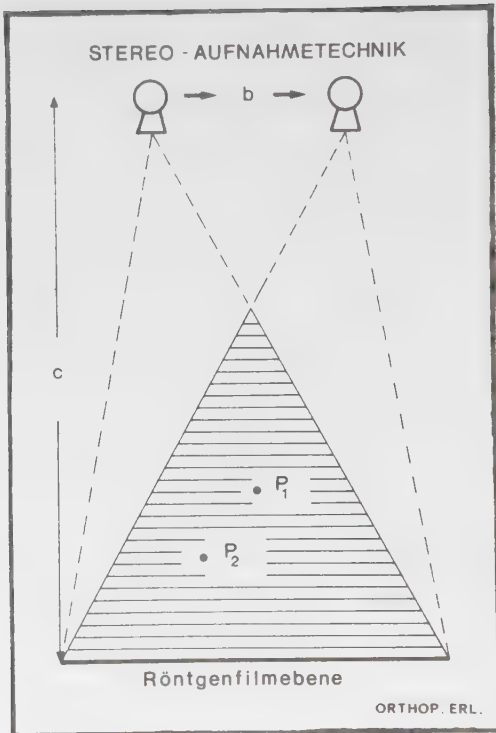


Abb. 1: Die Stereo-Aufnahmetechnik

Nach dem Belichten des ersten Bildes wird die Röntgenröhre um die Basis b (ca. 30 cm) verschoben und ein zweites Bild aus der anderen Perspektive angefertigt. Die schraffierte Fläche stellt den stereoskopischen Überdeckungsbereich dar.

2. Methode der Stereo-Röntgen-Analyse (SRA)

Über die Methode der SRA wurde bereits ausführlich berichtet (3,5,12,13,14,15,16,18). Im folgenden wird das für das Verständnis wesentliche kurz zusammengefaßt.

2.1. Aufnahme der Stereobilder

Um im virtuellen Stereoröntgenbild (schraffierter Anteil der Abb. 1) Messungen durchführen zu können, ist es notwendig, dem Objektraum eine Metrik aufzuprägen. Durch eine definierte Metrik ist es möglich, Aussagen über Punktabstände, Strecken, Winkel und andere geometrische Größen zu machen. Wir verwenden hierzu ein Paßpunktsystem, das aus zwei Holzplatten von 430 x 540 mm Größe, in die in Form eines quadratischen Gitters Stahlkugeln von 1,2 mm Durchmesser eingelassen sind, besteht. Die beiden Platten werden durch vier Distanzstücke, die an den Ecken der oberen Platte befestigt sind und in der unteren Platte eingerastet werden, in einem Abstand von 317 mm planparallel zueinander angeordnet (Abb. 2).

Zur Röntgenuntersuchung wird zunächst der untere Teil des Paßpunktsystems auf den Röntgentisch gelegt. Danach wird der Patient so auf dem Tisch gelagert, daß das zu untersuchende Hüftgelenk über der Platte zu liegen kommt. Anschließend wird der obere Teil des Paßpunktsystems im unteren eingerastet, und der Patient liegt somit zwischen den beiden Platten (Abb. 3). Nach dem Anfertigen der ersten Aufnahme wird die Röntgenröhre elektromechanisch um ca. 30 cm verschoben und ein zweites Bild aus der anderen Perspektive belichtet. Der Zeitraum zwischen den beiden Aufnahmen beträgt

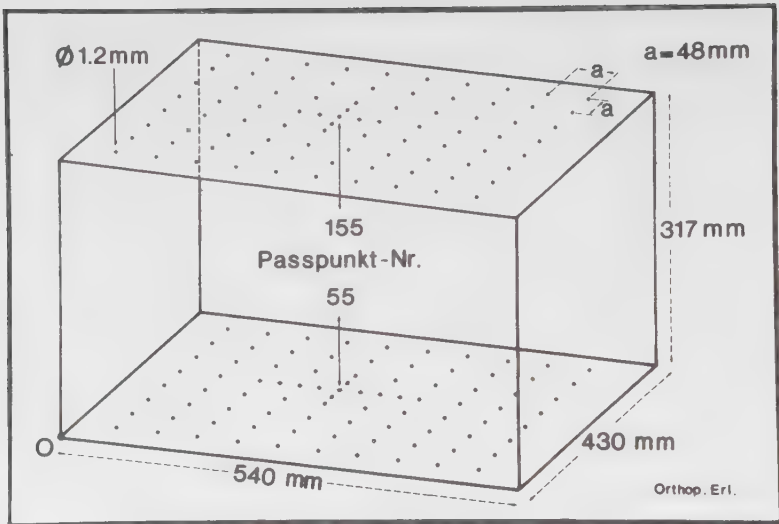


Abb. 2: Schematische Darstellung des Paßpunktsystems

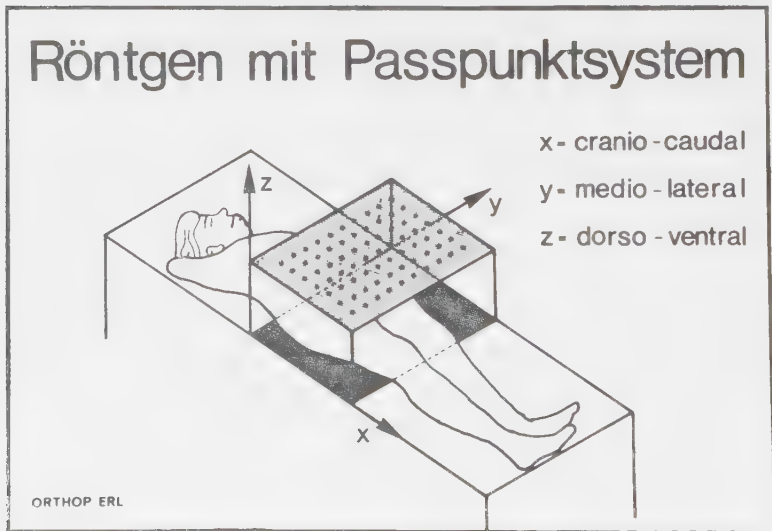


Abb. 3: Lagerung des Patienten zwischen den beiden Platten des Paßpunktsystems

fünf Sekunden. Um Aufnahmefehler zu vermeiden, soll sich der Patient in dieser Zeit möglichst nicht bewegen.

2.2. Auswertung der Stereobilder

Die entwickelten Röntgenbilder werden mit einem Komparator (Römat) ausgemessen. Obwohl der Meßtisch für stereoskopische Auswertung konzipiert ist, hat sich eine monoskopische, einzelne Ausmessung der Bilder als vorteilhaft erwiesen, da dadurch die Meßzeit verkürzt, und die Präzision erhöht wird. Die monoskopischen Meßdaten werden anschließend rechnerisch zu einem stereoskopischen Bild vereinigt. In Abb. 4 sind die auszuwertenden Objekte dargestellt. Das sind:

2.2.1. Das Paßpunktmeßfeld

Die Paßpunkte sind in zwei Gruppen einzuteilen: die filmnahen, die in die untere Platte eingelassen sind und die filmfernen, die in die obere Platte eingearbeitet sind. Dadurch, daß die filmnahen Paßpunkte klein und scharf, die filmfernen größer und unscharf auf der Röntgenaufnahme abgebildet werden, sind sie eindeutig zu unterscheiden. Die Paßpunkte werden beschriftet, wobei der Mittelpunkt der unteren mit 55 und der Mittelpunkt der oberen mit 155 bezeichnet wird (Abb. 2).

2.2.2. Die Metallmarkierungen

Um ein Bezugskoordinatensystem zu errichten, in dem die räumliche Lage der Prothese bestimmt ist, werden je drei zylinderförmige Metallmarken von 3 mm Länge und 1,5 mm Durchmesser im coxalen und femoralen peripro-

zylinder werden auf dem Film je nach Projektion als Kreis, Ellipse oder als ein von ein oder zwei Ellipsen-segmenten begrenztes Rechteck abgebildet (Abb. 5). Die dargestellten Konturen werden gemessen. Bei der Auswertung wird der Mittelpunkt der Marke errechnet, der als Meßpunkt für die SRA dient. So ergeben sich die Meßpunkte P_1 , P_2 , P_3 im Becken und P_4 , P_5 , P_6 im Oberschenkel des Patienten.

2.2.3. Die Schalenprothese

Auf dem Röntgenbild wird die Kugeloberfläche als Ellipse oder Kreis, die Öffnung als Ellipse oder Gerade abgebildet (Abb. 6). Aus den Meßdaten dieser Konturen werden die Mittelpunkte der Kugel und des Öffnungskreises ermittelt.

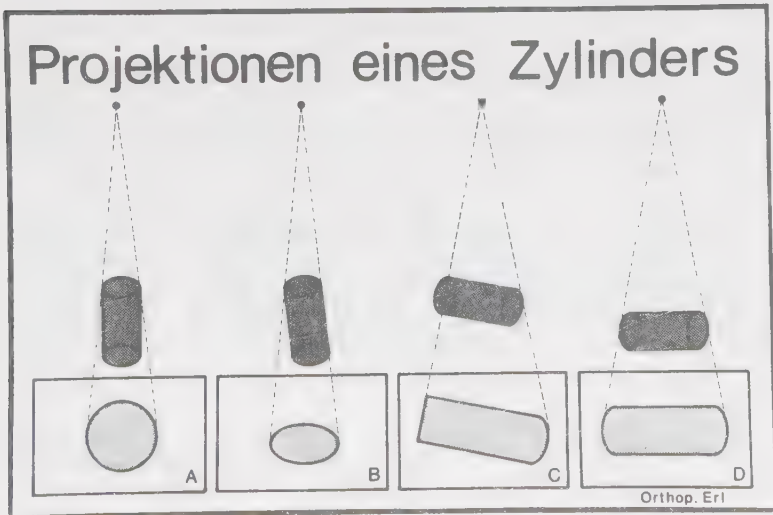


Abb. 5: Projektionsmöglichkeiten eines Zylinders

2.2.4. Der Markierungsdraht der Hüftpfanne

In die Polyäthylenpfanne ist ein zirkulärer Drahttring eingearbeitet, der sich als Ellipse oder Gerade abbildet (Abb. 6). In der Regel trifft das Erste zu. In diesem Fall wird die innere und äußere Kontur der Ellipse gemessen und daraus der Mittelpunkt des Kreises, den der Drahttring beschreibt, berechnet.

Wird der Markierungsdraht als Gerade dargestellt, so ist für den Pfannenanteil des Kunstgelenks keine Lockerungsdiagnostik im Rahmen der SRA möglich.

2.3. Vergleich der Meßdaten

Zum Vergleich untereinander sind immer mindestens zwei Befunde erforderlich. Zur Lockerungsdiagnostik werden folgende Vergleiche angestellt:

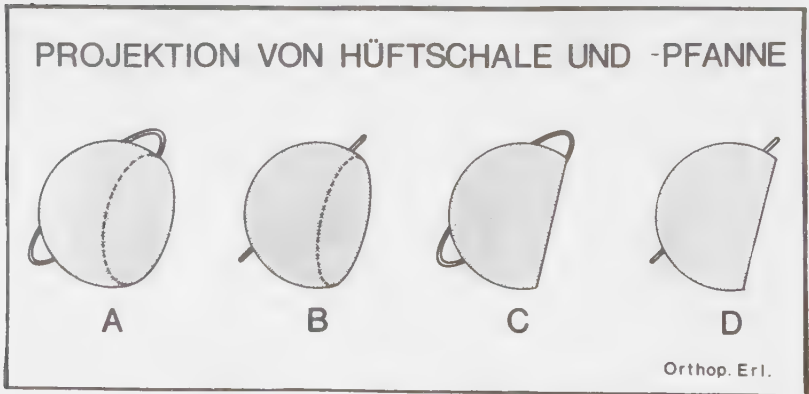


Abb. 6: Projektionsmöglichkeiten der Schalenprothese und des Drahttrings der Hüftpfanne

2.3.1. Längsschnittuntersuchung (Verlaufskontrolle)

Die erste Stereoröntgenaufnahme wird postoperativ, weitere werden in halbjährlichen Abständen angefertigt. Die aktuellen Befunde werden mit dem postoperativen verglichen, um eventuelle Verlagerungen festzustellen.

2.3.2. Querschnittsuntersuchung

Besteht auf Grund der klinischen Beschwerden Verdacht auf Implantatlockerung, so wird, besonders wenn noch keine früheren stereoröntgenologischen Befunde vorliegen, eine Funktionsaufnahme durchgeführt. Dazu werden Stereoröntgenbilder in Adduktion und Abduktion des Hüftgelenks angefertigt, um festzustellen, ob sich die Lage der Prothese zwischen den beiden Gelenkstellungen verändert hat. Mit der Querschnittsuntersuchung wird also auch eine Verlagerung des Kunstgelenks in der Verlaufskontrolle als Lockerung verifiziert.

2.4. Kontrollparameter

Voraussetzung für einen Vergleich der Meßdaten ist, daß die Metallmarken im Knochen sich nicht verlagert haben, und die Referenzmeßpunkte somit die gleichen sind. Deshalb wird zu Beginn jeder Auswertung die Relativlage der Markierungszyylinder festgestellt und unter den Bildpaaren verglichen, um eine eventuelle Verlagerung der Metallmarke festzustellen.

Danach wird mit den drei Meßpunkten (Mittelpunkte der Markierungszyylinder) im Becken und Oberschenkel je ein Dreieck gebildet, das mit dem Dreieck der zweiten Aufnahme im Idealfall kongruent wäre. Da in der Praxis

jedoch Aufnahme- und Auswertefehler vorkommen, treten Differenzen auf, die umso größer werden, je ungenauer die Messung war (Abb. 7 und 8). Anschließend werden die Abstände der Meßpunkte vom Mittelpunkt des Draht-rings (Pfanne), bzw. der Kugel und des Öffnungskreises (Schale), miteinander verglichen. Differenzen beinhalten die Information für eine Verlagerung des Meßpunktes N bzw. M und Q (Abb. 9 und 10).

2.5. Der Verlagerungsvektor

Aus der Kenntnis der Kontrollparameter ist es möglich, die Verlagerung alloplastischer Hüftgelenksimplantate quantitativ zu bestimmen. Als Ergebnis der SRA liegt der Verlagerungsvektor vor, der anhand von Abb. 11 erläutert werden soll. Zum Zeitpunkt t und t' wurde eine Stereoröntgenaufnahme angefertigt. Der Mittelpunkt des Markierungsdrahtes der Pfanne hat sich zwischenzeitlich von N nach N' verlagert. Der Vektor $\vec{v}_{NN'}$ wird als Verlagerungsvektor definiert. Ob tatsächlich eine Auslockerung im Ausmaß des Verlagerungsvektors vorliegt, kann erst durch eine Funktionsaufnahme bewiesen werden, da ein verlagertes Implantat sekundär bindegewebig stabilisiert worden sein könnte.

2.6. Genauigkeit der SRA

Die Meßgenauigkeit der SRA wird durch Markierungs-, Aufnahme- und Auswertefehler beeinflusst (Abb. 12). Der Fehler liegt in 80 % aller Fälle unter 0,3 mm.

2.6.1. Markierungsfehler

Um Raumkoordinaten errechnen zu können, sind drei Marken

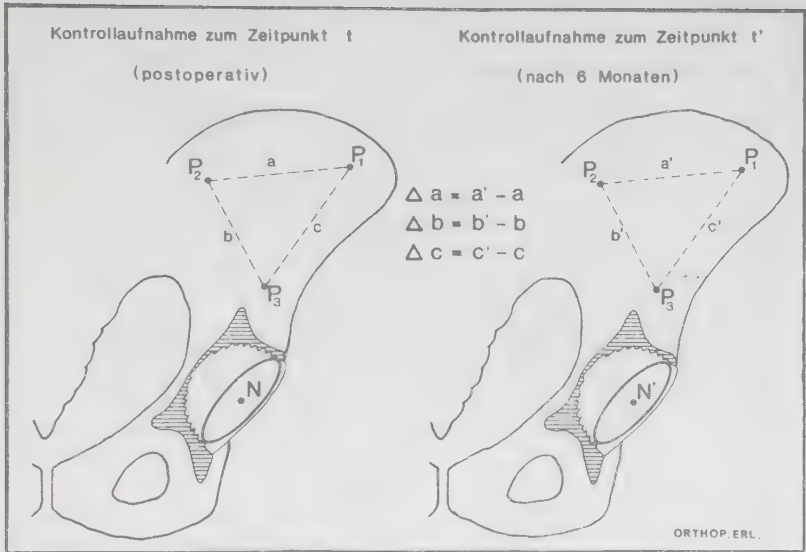


Abb. 7: Genauigkeitsparameter der Hüftpfanne

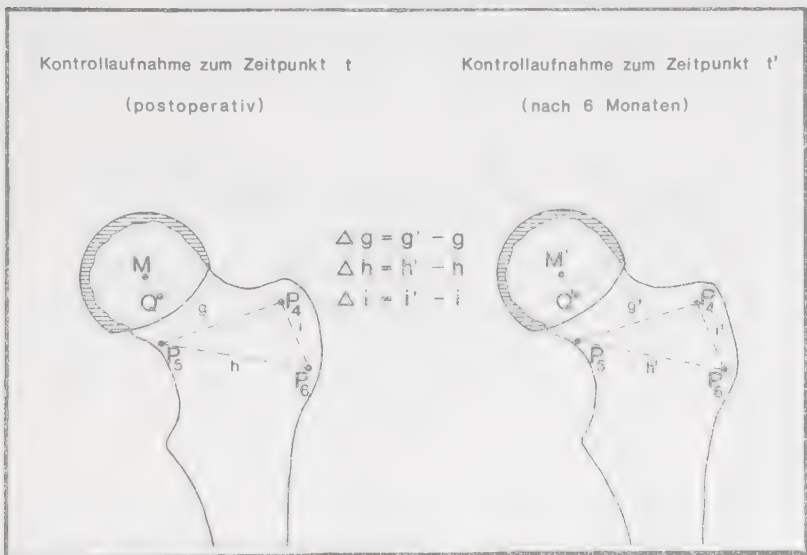


Abb. 8: Genauigkeitsparameter der Schalenprothese

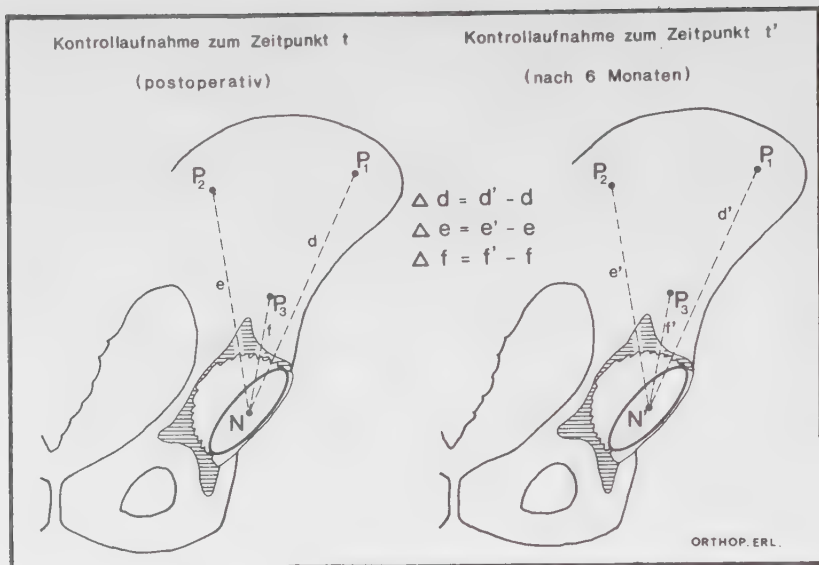


Abb. 9: Verlagerungsparameter der Hüftpfanne

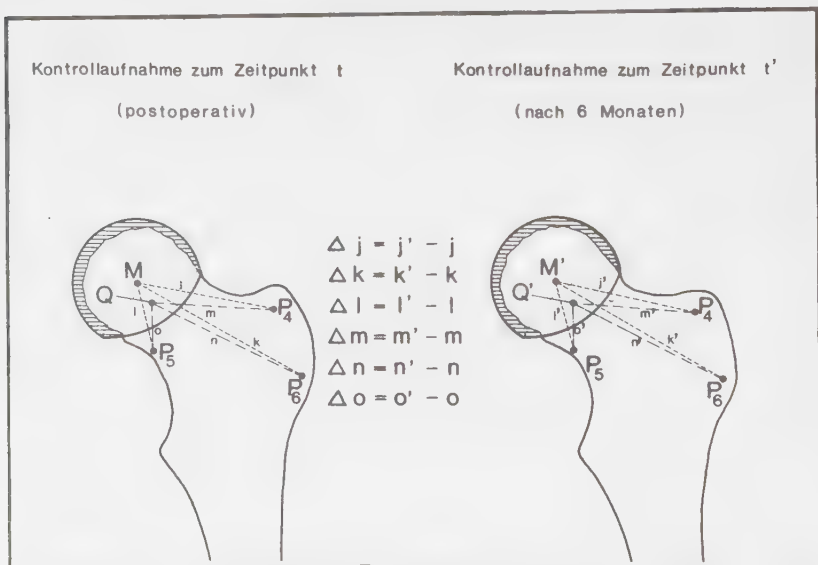


Abb. 10: Verlagerungsparameter der Schalenprothese

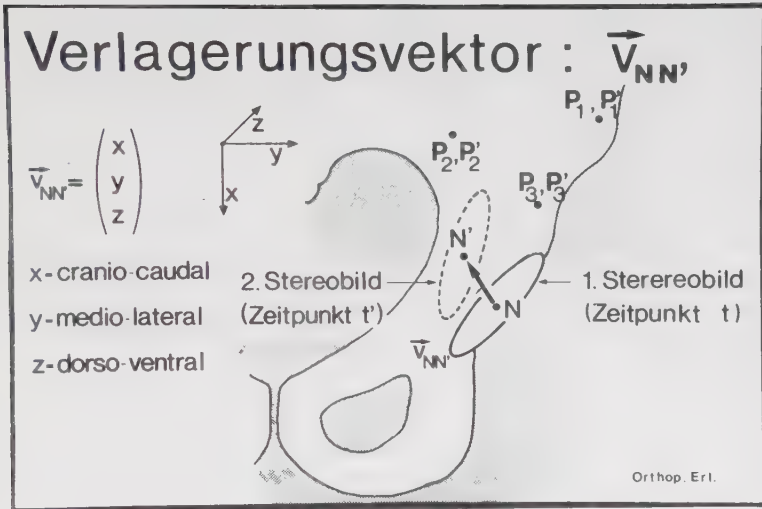


Abb. 11: Definition des Verlagerungsvektors

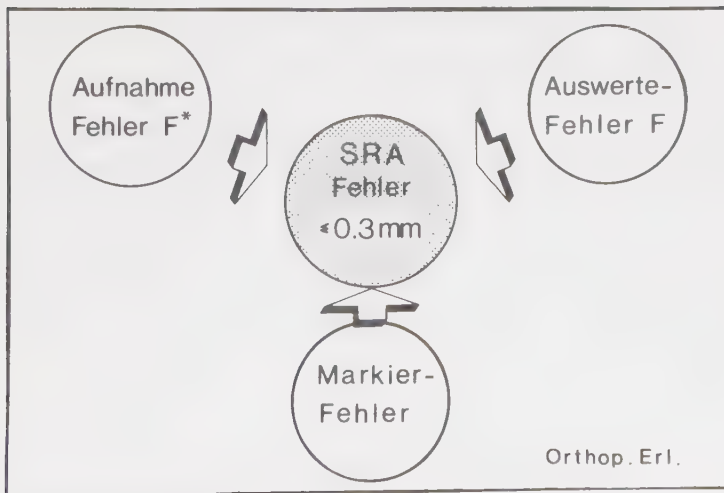


Abb. 12: Fehlerquellen und Genauigkeit der SRA

im periprothetischem Knochenlager des Beckens und Oberschenkels erforderlich. Sind weniger Markierungen implantiert oder die proximalste coxale und distalste femurale Marke so weit voneinander entfernt, daß sie nicht vollzählig auf beiden Aufnahmen des Stereobildpaars dargestellt werden, so stehen nur zwei oder ein Meßpunkt zur Auswertung zur Verfügung. Durch zwei Meßpunkte wird eine Gerade definiert, und es können Verlagerungen des Prothesenmittelpunkts in Relation zu dieser Geraden festgestellt werden. Bei einem Meßpunkt kann nur noch eine Abstandsänderung zwischen dem Meßpunkt und dem Prothesenmittelpunkt errechnet werden.

Wie bereits erwähnt, sollen die Markierungen möglichst ein gleichseitiges Dreieck bilden. Sind die Marken nun in Form eines stumpfwinkligen Dreiecks angeordnet, so werden Meßfehler mit zunehmendem stumpfen Winkel mit einem immer größer werdenden Faktor multipliziert. Bei ungünstiger Markierung können also schon kleinste Meßfehler zu einem wenig aussagekräftigen Ergebnis führen.

2.6.2. Aufnahmefehler

Ein Aufnahmefehler resultiert aus einer Bewegung des Patienten während der fünf Sekunden, die zur elektromechanischen Verschiebung der Röntgenröhre benötigt werden. Diese Aufnahmefehler werden bei der Auswertung erkannt und können in der in der Praxis vorkommenden Größenordnung weitgehend korrigiert werden.

2.6.3. Auswertefehler

Auch beim Ausmessen der Röntgenbilder mit dem Komparator

können Fehler auftreten. Grobe Meßfehler werden vom Computerprogramm erkannt und eliminiert. Zur Bestimmung der Auswertegenauigkeit wurden Stereobilder von drei Auswertern je sechsmal gemessen. Dabei betrug der Auswertefehler im Mittel 0,08 mm.

3. Ergebnisse

Im folgenden sollen einige SRA-Befunde näher erläutert werden.

3.1. Kasuistik

1. Fall: die Patientin Julie W.

Am 1.2.79 wurde der Patientin wegen einer linksseitigen Coxarthrose eine Schalenprothese nach Wagner implantiert. Am 1.3.79 wurde die postoperative Stereoröntgenaufnahme angefertigt. Bei der ersten Nachuntersuchung am 12.10.79 gab die Patientin Einlauf-, Bewegungs- und Belastungsschmerzen an. Sie war auf eine Gehstütze angewiesen und konnte maximal eine Strecke von ca. einem Kilometer zurücklegen. Die klinische Untersuchung zeigte ein Entlastungs-, Insuffizienz- sowie Duchennehinken. Die passive Beweglichkeit war im Normbereich. Bis zur zweiten Nachuntersuchung am 10.1.80 hatte sich das Beschwerdebild weiter verschlechtert.

Die SRA ergab bei der ersten Kontrolle eine Verlagerung der Schale um 2,66 mm (Tab. 1), bei der zweiten um 7,63 mm (Tab. 2) gegenüber dem postoperativen Befund. Bei der Markierung des Beckens wurde die Forderung, daß die Marken näherungsweise ein gleichseitiges Dreieck bilden sollen, nicht erfüllt. Wegen der ungünstigen Markierung beträgt der Streubereich für den Verlagerungsvektor der Pfanne 0,65 mm. Da jedoch bei der ersten Kontrolle ein Verlagerungsvektor von 2,97 mm (Tab. 3) und bei der zweiten von 4,66 mm (Tab. 4) errechnet wurde, kann dennoch von einer massiven Verlagerung der Pfanne gesprochen werden.

Am 10.1.80 wurde neben der Stereoröntgenaufnahme in Adduktion der Hüfte eine weitere in Abduktionsstellung angefertigt (Funktionsaufnahme). Dabei wurde eine Schalenbewegung von 1,22 mm festgestellt (Tab. 5), womit die Auslockerung des Implantats endgültig ge-

Tab. 1

*** SRA - VERLAUFSBEOBACHTUNG ***

Name
Vorname JULIE
Geburtsdag (Tag.Monat.Jahr) 23.5.12
Geschlecht WEIBLICH

Prothesenart u. Seite SCHALE LINKS
Datum der Operation 1.2.79

Datum der 1. Aufnahme 1.3.79
Datum der 2. Aufnahme 12.10.79

ERGEBNIS:

ABSTAEDE	1.AUFNAHME	2.AUFNAHME	DIFFERENZEN
P4-P5	33.62 mm	33.61 mm	-0.02 mm
P4-P6	40.32 mm	40.38 mm	0.05 mm
P5-P6	11.73 mm	11.81 mm	0.08 mm
P4-M	58.76 mm	56.34 mm	-2.42 mm
P5-M	71.97 mm	69.76 mm	-2.21 mm
P6-M	68.53 mm	66.42 mm	-2.11 mm

Die Verlagerung der Prothese erfolgte in

cranio-caudaler Richtung um 1.69 mm
medio-lateraler Richtung um 1.61 mm
ventro-dorsaler Richtung um 1.27 mm

und betraegt 2.66 mm

Durch die Markierung bedingter Streubereich (80% Intervall) :

von caudo-cranial	0.07 mm	bis cranio-caudal	0.07 mm
von latero-medial	0.14 mm	bis medio-lateral	0.14 mm
von ventro-dorsal	0.21 mm	bis dorso-ventral	0.21 mm

im Betrag des Verlagerungsvektors 0.21 mm

sichert war. Auf dem Röntgenbild vom 10.1.80 (Abb. 13) sind ein Lockerungssaum sowie periartikuläre Verkalkungen zu erkennen. Die Schalenprothese wurde daraufhin gegen eine Schaftprothese ausgewechselt.

Tab. 2

Abb. 16. Röntgenbild des Hüftgelenks (10.1.80)

Name:
Geburtsort:
Geburtsdatum (Tag, Monat, Jahr):
Geburtsnummer:

1. Kissenart u. Seite: SCHALE LINKS
2. Datum der Operation: 1.2.79

3. Datum der 1. Aufnahme: 1.2.79
Datum der 2. Aufnahme: 10.1.80

Abb. 17. Röntgenbild des Hüftgelenks (10.1.80)

MARKIERENDE	1.AUFNAHME	2.AUFNAHME	DIFFERENZEN
P4-P5	33.62 mm	33.65 mm	0.03 mm
P4-P6	40.32 mm	40.30 mm	-0.02 mm
P5-P6	11.73 mm	11.81 mm	0.08 mm
P4-M	58.76 mm	51.88 mm	-6.88 mm
P5-M	67.57 mm	64.46 mm	-3.11 mm
P6-M	68.53 mm	61.03 mm	-7.50 mm

Abb. 18. Röntgenbild des Hüftgelenks (10.1.80)

1. caudo-cranial um 0.07 mm
2. medio-lateral Richtung um 0.14 mm
3. ventro-dorsal um 0.21 mm

Abb. 19. Röntgenbild des Hüftgelenks (10.1.80)

Durch die Markierung bedingter Streubereich (80% Intervall):

von caudo-cranial	0.07 mm	bis cranio-caudal	0.07 mm
von medio-lateral	0.14 mm	bis medio-lateral	0.14 mm
von ventro-dorsal	0.21 mm	bis dorso-ventral	0.21 mm

Abb. 20. Röntgenbild des Hüftgelenks (10.1.80)

Tab. 3

*** SRA - VERLAUFSBEOBACHTUNG ***

Name ~~*****~~
 Vorname JULIE
 Geburtstag (Tag.Monat.Jahr) 22.5.12
 Geschlecht WEIBLICH
 Prothesenart u. Seite SCHALE LINKS
 Datum der Operation 1.2.79
 Datum der 1. Aufnahme 1.3.79
 Datum der 2. Aufnahme 12.10.79

ERGEBNIS:

ABSTÄNDE	1.AUFNAHME	2.AUFNAHME	DIFFERENZ
P1-P2	16.15 mm	15.77 mm	0.38 mm
P1-P3	28.96 mm	29.51 mm	0.55 mm
P2-P3	14.28 mm	14.25 mm	0.04 mm
P1-N	70.77 mm	69.45 mm	1.32 mm
P2-N	69.74 mm	69.11 mm	0.63 mm
P3-N	66.15 mm	63.97 mm	2.18 mm

Die Verlagerung der Prothese erfolgte in

medio-cranialer Richtung um 1.64 mm
 medio-lateraler Richtung um 0.51 mm
 medio-dorsaler Richtung um 2.42 mm
 und betraut 2.97 mm

Durch die Markierung bedingter Streubereich (mit Intervall):

von medio-cranial 0.17 mm bis medio-cranial 0.17 mm
 von latero-medial 0.61 mm bis medio-lateral 0.61 mm
 von medio-dorsal 0.19 mm bis dorsal-medial 0.19 mm

im Betrag des Verlagerungsvektors 0.50 mm

Die exakt definierte Ebene des Gehörgangseinganges der Gehör-
 schnecke ist durch die folgende Breiten und die

	1. Aufnahme	2. Aufnahme	Differenz
max. Breite	10.5 mm	10.5 mm	0.0 mm
min. Breite	10.5 mm	10.5 mm	0.0 mm
mittl. Breite	10.5 mm	10.5 mm	0.0 mm

Tab. 4

+++ CER - I E R L - I F E R E O B A C H T U N G +++

Name
 Vorname JULIE
 Geburtstag (Tag.Monat.Jahr) 22.5.12
 Geschlecht WEIBLICH
 Prothesenart u. Seite SCHALE LINKS
 Datum der Operation 1.2.79
 Datum der 1. Aufnahme 1.3.79
 Datum der 2. Aufnahme 10.1.80

ERGEBNIS:

ABSTÄNDE	1.AUFNAHME	2.AUFNAHME	DIFFERENZEN
P1-P2	16.15 mm	16.29 mm	0.14 mm
P1-P3	28.96 mm	28.96 mm	0.00 mm
P2-P3	14.20 mm	14.10 mm	-0.10 mm
P1-N	70.77 mm	67.25 mm	-3.52 mm
P2-N	69.74 mm	67.04 mm	-2.70 mm
P3-N	64.18 mm	62.19 mm	-1.99 mm

Die Verlagerung der Prothese erfolgte in

caudo-cranialer Richtung um 3.39 mm
 medio-lateraler Richtung um 2.04 mm
 ventro-dorsaler Richtung um 2.46 mm

und beträgt 4.66 mm

Durch die Markierung bedingter Streubereich (80% Intervall) :

von caudo-cranial 0.17 mm bis cranio-caudal 0.17 mm
 von latero-medial 0.61 mm bis medio-lateral 0.61 mm
 von ventro-dorsal 0.19 mm bis dorso-ventral 0.19 mm

im Betrag des Verlagerungsvektors 0.65 mm

Winkel zwischen der Ebene des Oeffnungskreises der Schale
 und der Transversalebene bei Drehung um die

medio-laterale Achse

Schnittachsen

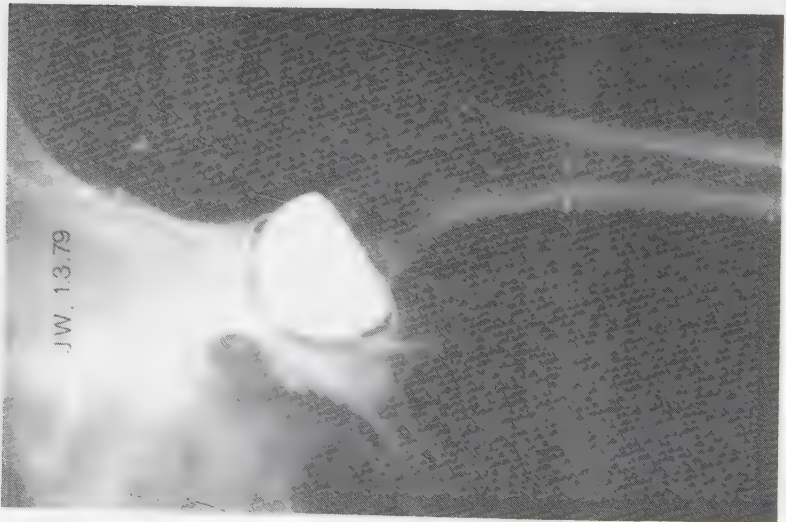


Abb. 14: Röntgenaufnahme der Patientin Julie W.
Die klinischen und röntgenologischen Lockerungs-
zeichen konnten am 10.1.80 durch die SR, be-
stätigt werden.

2. Fall: der Patient Franz T.

Bei diesem Patienten lag eine Coxarthrose auf dem Boden eines M. Bechterew vor. Am 9.6.78 wurde deshalb auf der rechten Seite eine Schalenprothese implantiert. Der Patient kam leider erst nach eineinhalb Jahren am 25.1.80 zur ersten Nachuntersuchung. Er klagte über Bewegungs- und Belastungsschmerzen und war in der Lage, nur eine kurze Gehstrecke zurückzulegen. Es lag keine Bewegungseinschränkung im Hüftgelenk vor. Nun ist es schwer zu entscheiden, ob die Beschwerden des Patienten der Grunderkrankung oder überwiegend dem Kunstgelenk zuzuordnen sind.

Die SRA-Verlaufskontrolle ergab eine Verlagerung der Schale von 4,34 mm (Tab. 6), vor allem nach dorsal. Die Pfanne hat sich gegenüber dem postoperativen Befund um 2,68 mm verlagert (Tab. 7). Die Funktionsaufnahme (Abb. 14) zeigte eine Bewegung der Schale von 1,53 mm (Tab. 8) und der Pfanne von 4,18 mm (Tab. 9).

Bei einer gelockerten Prothese kann mit der Funktionsaufnahme im allgemeinen nur eine geringere Implantatbewegung festgestellt werden, als der Betrag des Verlagerungsvektors in der Längsschnittuntersuchung. Dies beruht darauf, daß das Kunstgelenk zumindest teilweise bindegewebig konsolidiert worden ist oder, daß durch die Funktionsaufnahme nicht die Amplitude einer Auslockerung voll zur Darstellung kommt. Bei dieser Pfanne lag aber eine größere Lockerung vor, als es die Längsschnittuntersuchung vermuten ließ. Sie ist überwiegend in der Sagittalebene stattgefunden und ist aus der Beckenübersichtsaufnahme nicht ersichtlich.

Tab. 6

III. PROTHETISCHES BEOBSACHTUNG III.

Name
 Vorname FRANZ
 Geburtstag (Tag.Monat.Jahr) 28.3.28
 Geschlecht MAENNLICH

Prothesenart u. Seite SCHALE RECHTS
 Datum der 1. Aufnahme 23.6.78

Datum der 1. Aufnahme 23.6.78
 Datum der 2. Aufnahme 25.1.80

ERGEBNIS:

ABSTAEUNDE	1.AUFNAHME	2.AUFNAHME	DIFFERENZEN
P4-P5	47.90 mm	48.86 mm	0.96 mm
P4-P6	30.79 mm	31.37 mm	0.58 mm
P5-P6	25.72 mm	25.86 mm	0.14 mm
P4-M	61.61 mm	62.73 mm	1.12 mm
P5-M	40.65 mm	40.49 mm	-0.16 mm
P6-M	58.68 mm	58.87 mm	0.19 mm

Die Verlagerung der Prothese erfolgte in

cranio-caudaler Richtung um 0.06 mm
 latero-medialer Richtung um 0.69 mm
 ventro-dorsaler Richtung um 4.28 mm

und betraegt 4.34 mm

Durch die Markierung bedingter Streubereich (80% Intervall) :

caudo	caudo-cranial	0.08 mm
med	medio-lateral	0.08 mm
dorso	dorso-ventral	0.25 mm

Im Betrag des Verlagerungsvektors 0.25 mm

Tab. 7

*** SRA - VERLAUF S B E O B A C H T U N G ***

Name
 Vorname FRANZ
 Geburtstag (Tag.Monat.Jahr) 28.3.28
 Geschlecht MÄNNLICH
 Prothesenart u. Seite SCHALE RECHTS
 Datum der Operation 9.6.78
 Datum der 1. Aufnahme 23.6.78
 Datum der 2. Aufnahme 25.1.80

ERGEBNIS:

ABSTÄNDE	1.AUFNAHME	2.AUFNAHME	DIFFERENZEN
P1-P2	39.42 mm	39.02 mm	-0.41 mm
P1-P3	44.31 mm	43.93 mm	-0.37 mm
P2-P3	33.98 mm	34.39 mm	0.41 mm
P1-N	60.43 mm	61.30 mm	0.87 mm
P2-N	61.77 mm	60.63 mm	-1.13 mm
P3-N	91.15 mm	90.93 mm	-0.22 mm

Die Verlagerung der Prothese erfolgte in

caudo-cranialer Richtung um 1.08 mm
 medio-lateraler Richtung um 0.49 mm
 ventro-dorsaler Richtung um 2.40 mm

und betraegt 2.68 mm

Durch die Markierung bedingter Streubereich (80% Intervall) .

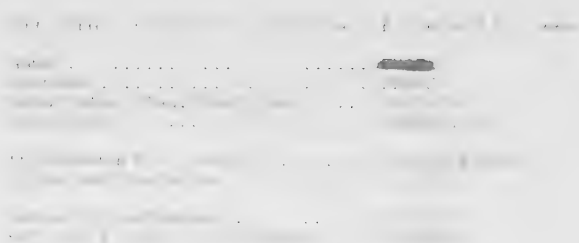
bis caudo-cranial	0.08 mm	bis caudo-cranial	0.08 mm
bis medio-lateral	0.16 mm	bis medio-lateral	0.16 mm
bis dorso-ventral	0.12 mm	bis dorso-ventral	0.12 mm

im Betrag des Verlagerungsvektors 0.17 mm

Winkel zwischen der Ebene des ...
 und der ...

	1. Aufnahme	Differenz
Grad		

Tab. 8



ABSTÄNDE

P4-P5	48.78 mm	48.86 mm	0.08 mm
P4-P6	31.34 mm	31.37 mm	0.03 mm
P5-P6	25.61 mm	25.86 mm	0.26 mm
P4-M	62.97 mm	62.73 mm	-0.24 mm
P5-M	40.68 mm	40.49 mm	-0.19 mm
P6-M	58.84 mm	58.87 mm	0.03 mm

Die Verlagerung der Prothese erfolgte in

caudo-cranialer Richtung um	0.28 mm
medio-lateraler Richtung um	0.03 mm
ventro-dorsaler Richtung um	1.51 mm

und beträgt 1.53 mm

Durch die Markierung bedingter Streubereich (80% Intervall) :

von cranio-caudal	0.10 mm	bis caudo-cranial	0.10 mm
von latero-medial	0.07 mm	bis medio-lateral	0.07 mm
von ventro-dorsal	0.12 mm	bis dorso-ventral	0.12 mm

Im Betrag des Verlagerungsvektors 0.12 mm

Tab. 9

*** SRA - FUNKTIONSAUFNAHME ***

Name
 Vorname FRÄZ
 Geburtstag (Tag.Monat.Jahr) 28.3.28
 Geschlecht MAENNLICH

 Prothesenart u. Seite SCHALE RECHTS
 Datum der Operation 9.6.78

 Datum der Aufnahmen 25.1.80
 Art der 1. bzw. 2. Aufnahme ADD/ABD

ERGEBNIS:

ABSTAEENDE	1.AUFNAHME	2.AUFNAHME	DIFFERENZEN
P1-P2	38.56 mm	39.02 mm	0.45 mm
P1-P3	44.00 mm	43.93 mm	-0.06 mm
P2-P3	34.05 mm	34.39 mm	0.34 mm
P1-N	59.50 mm	61.30 mm	1.80 mm
P2-N	61.56 mm	60.63 mm	-0.93 mm
P3-N	90.96 mm	90.93 mm	-0.03 mm

Die Verlagerung der Prothese erfolgte in

caudo-cranialer Richtung um 1.11 mm
 medio-lateraler Richtung um 1.05 mm
 ventro-dorsaler Richtung um 3.89 mm

und betraegt 4.18 mm

Durch die Markierung bedingter Streubereich (80% Intervall) :

von cranio-caudal 0.07 mm bis caudo-cranial 0.07 mm
 von latero-medial 0.16 mm bis medio-lateral 0.16 mm
 von ventro-dorsal 0.12 mm bis dorso-ventral 0.12 mm

im Betrag des Verlagerungsvektors 0.17 mm

Winkel zwischen der Ebene des Öffnungskreises der Schale
 und der Transversalebene bei Drehung um die

	1.Aufnahme	2.Aufnahme	Differenzen
medio-laterale Achse	155.8 Grad	156.8 Grad	+1.0 Grad
dorso-ventralen Achse	124.4 Grad	123.7 Grad	-0.7 Grad
Schnittachse	123.2 Grad	122.6 Grad	-0.5 Grad

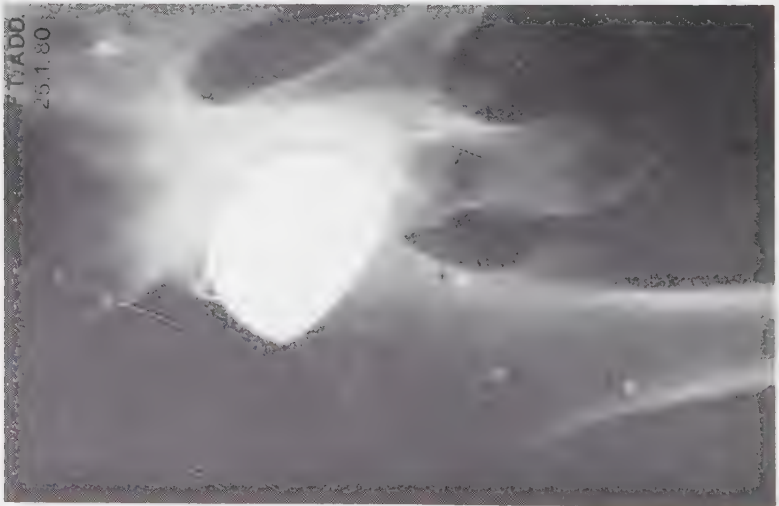
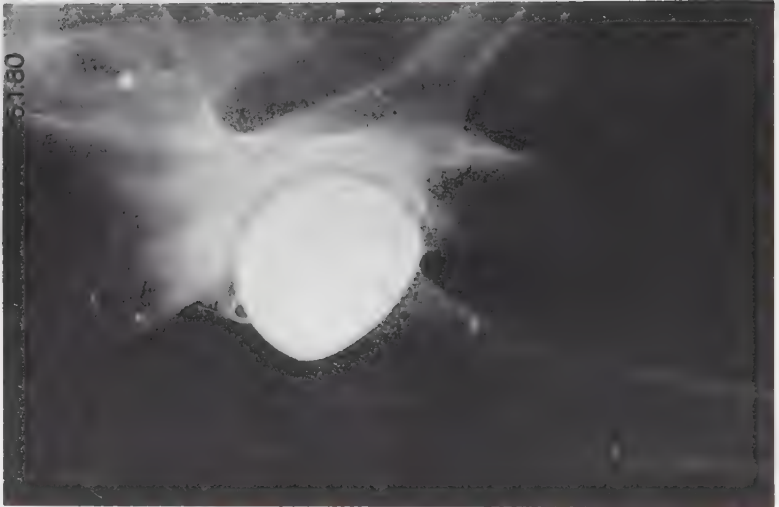


Abb. 14: Funktionsaufnahme des Patienten Franz T.
Pfenne und Schale waren eindeutig gelockert.

3. Fall: der Patient Erwin K.

Der Patient wurde am 10.11.77 mit einer Schalenprothese versorgt. Am 28.11.77 wurde die erste Stereoröntgenaufnahme angefertigt. Bis zum 25.6.80 wurden vier Nachuntersuchungen durchgeführt. Dabei war der Patient beschwerdefrei und bot ein unauffälliges Gangbild. Die SRA-Befunde der Schale sind in den Tabellen 11 bis 14 dargestellt und werden nachfolgend in Tab. 10 zusammengefaßt.

Tab. 10

	1/2	1 1/2	2	2 1/2 (t in Jahren)
x	- 0,29	- 0,87	- 0,97	- 1,16
y	0,24	0,35	0,02	0,01
z	- 0,58	- 1,39	- 1,55	- 1,09
total	0,69	1,68	1,83	1,59

Wie aus der Tabelle ersichtlich, hat zwischen allen Kontrolluntersuchungen eine mäßige Verlagerung des Implantats stattgefunden. Da sich die Schale zwischen der ersten und zweiten Nachuntersuchung um ca. einen Millimeter verlagert hat, wurde bei der dritten Kontrolle eine Funktionsaufnahme durchgeführt (Abb. 15). Dabei wurde eine Lockerung von 0,37 mm festgestellt (Tab. 15). Dieser Wert liegt im Grenzbereich der Meßgenauigkeit der SRA und kann als Verdacht auf präklinische Lockerung gedeutet werden.

Einen überraschenden Befund brachte allerdings die Nachuntersuchung am 25.6.80 (Tab. 14). Die Bewegung von 2,12 mm spricht eindeutig auf eine

lockerung, obwohl der Patient mit dem Operationsergebnis bisher sehr zufrieden war. Auf dieses Phänomen der Pfannenlockerung ohne klinische Symptomatik wird im Abschnitt 3.3. nochmals eingegangen.

Tab. 11

*** SRA - VERLAUFSBEOBACHTUNG ***

Name
 Vorname ERWIN
 Geburtstag (Tag.Monat.Jahr) 15.7.33
 Geschlecht MAENNLICH
 Prothesenart u. Seite SCHALE RECHTS
 Datum der Operation 10.11.77
 Datum der 1. Aufnahme 28.11.77
 Datum der 2. Aufnahme 7.7.78

ERGEBNIS:

ABSTEHENDE	1.AUFNAHME	2.AUFNAHME	DIFFERENZEN
P4-P5	18.94 mm	18.66 mm	-0.27 mm
P4-P6	54.90 mm	55.11 mm	0.22 mm
" P6	64.33 mm	64.64 mm	0.31 mm
"	33 mm	26.76 mm	-0.27 mm
"	" mm	29.54 mm	-0.38 mm
"	" mm	" mm	" mm

Die Verlagerung der Prothese erfolgte in

cranio-caudaler Richtung um 0.29 mm
 lateraler Richtung um 0.24 mm
 ventro-dorsaler Richtung um 0.58 mm

und betraegt 0.69 mm

Durch die Markierung bedingter Streubereich (80% Intervall)

in cranio-caudal 0.09 mm bis caudo-cranial 0.09 mm
 in latero-medial 0.08 mm bis medio-lateral 0.08 mm
 in ventro-dorsal 0.13 mm bis dorso-ventral 0.13 mm

Betrag des Verlagerungsvektors 0.16 mm

Tab. 12

*** PA - VERLAUFSDOBERBACHTUNG ***

Name	GEORGE B. J.
Vorname	ERWIN
Geburtsdag (Tag, Monat, Jahr)	15.7.33
Geschlecht	MAENNlich
Prothesenart u. Seite	SCHALE RECHTS
Datum der Operation	10.11.77
Datum der 1. Aufnahme	23.11.77
Datum der 2. Aufnahme	29.6.79

ERGEBNIS:

ABSTÄNDE	1.AUFGNAHME	2.AUFGNAHME	DIFFERENZEN
P4-P5	18.94 mm	18.71 mm	-0.22 mm
P4-P6	54.90 mm	54.24 mm	-0.66 mm
P5-P6	64.33 mm	63.54 mm	-0.79 mm
P4-M	27.83 mm	26.60 mm	-0.43 mm
P5-M	29.92 mm	29.22 mm	-0.70 mm
P6-M	74.59 mm	72.93 mm	-1.66 mm

Die Verlagerung der Prothese erfolgte in

caudo-cranialer	Richtung um	0,37 mm
medio-lateraler	Richtung um	0,35 mm
ventro-dorsaler	Richtung um	1,30 mm

und beträgt 1.68 mm

Durch die Markierung bedingter Streubereich (80% Intervall) :

von cranio-caudal	0,04 mm	bis caudo-cranial	0,05 mm
von latero-medial	0,06 mm	bis medio-lateral	0,08 mm
von ventro-dorsal	0,15 mm	bis dorso-ventral	0,13 mm

im Betrag des Verlagerungsvektors $0,16 \text{ mm}$

Tab. 13

*** SRA - VERLAUFSBEOBACHTUNG ***

Name
 Vorname ERWIN
 Geburtstag (Tag.Monat.Jahr) 15.7.33
 Geschlecht MÄNNLICH
 Prothesenart u. Seite SCHALE RECHTS
 Datum der Operation 10.11.77
 Datum der 1. Aufnahme 28.11.77
 Datum der 2. Aufnahme 8.2.80

ERGEBNIS:

ABSTÄNDE	1.AUFNAHME	2.AUFNAHME	DIFFERENZEN
P4-P5	18.94 mm	18.77 mm	-0.17 mm
P4-P6	54.90 mm	55.53 mm	0.63 mm
P5-P6	64.33 mm	64.65 mm	0.32 mm
P4-M	27.03 mm	26.54 mm	-0.49 mm
P5-M	29.92 mm	29.18 mm	-0.74 mm
P6-M	74.59 mm	73.86 mm	-0.73 mm

Die Verlagerung der Prothese erfolgte in

caudo-cranialer Richtung um 0.97 mm
 medio-lateraler Richtung um 0.02 mm
 ventro-dorsaler Richtung um 1.55 mm

und betraegt 1.83 mm

Durch die Markierung bedingter Streubereich (80% Intervall) :

von cranio-caudal 0.09 mm bis caudo-cranial 0.09 mm
 von latero-medial 0.08 mm bis medio-lateral 0.08 mm
 von ventro-dorsal 0.13 mm bis dorso-ventral 0.13 mm

im Betrag des Verlagerungsvektors 0.16 mm

Tab. 14

*** VERLAUFSBEOBACHTUNG ***

Name
 Vorname ERWIN
 Geburtstag (Tag.Monat.Jahr) 15.7.33
 Geschlecht MAENNLICH

 Prothesenart u. Seite SCHALE RECHTS
 Datum der Operation 10.11.77

 Datum der 1. Aufnahme 28.11.77
 Datum der 2. Aufnahme 25.7.80

ERGEBNIS:

ABSTAEUNDE	1.AUFNAHME	2.AUFNAHME	DIFFERENZEN
P4-P5	18.94 mm	18.65 mm	-0.29 mm
P4-P6	54.90 mm	55.31 mm	0.42 mm
P5-P6	64.33 mm	64.32 mm	-0.02 mm
P4-M	27.03 mm	26.35 mm	-0.69 mm
P5-M	29.92 mm	28.92 mm	-0.99 mm
P6-M	74.59 mm	73.79 mm	-0.80 mm

Die Verlagerung der Prothese erfolgte in

caudo-cranialer Richtung um 1.16 mm
 medio-lateraler Richtung um 0.01 mm
 ventro-dorsaler Richtung um 1.09 mm

und betraegt 1.59 mm

Durch die Markierung bedingter Streubereich (80% Intervall) :

von cranio-caudal	0.09 mm	bis caudo-cranial	0.09 mm
von latero-medial	0.08 mm	bis medio-lateral	0.08 mm
von ventro-dorsal	0.13 mm	bis dorso-ventral	0.13 mm

im Betrag des Verlagerungsvektors 0.16 mm

Tab. 15

PROTHESEN-CONTROL-UND-AUFNAHME ***

Name
 Vorname ERWIN
 Geburtstag 15.7.33
 Geschlecht MAENNLICH
 Prothesenart u. Seite SCHALE RECHTS
 Datum der Operation 10.11.77
 Datum der Aufnahmen 29.6.79
 Art der 1. bzw. 2. Aufnahme ADD/ABD

ERGEBNIS:

ABSTAEENDE	1.AUFNAHME	2.AUFNAHME	DIFFERENZEN
P4-P5	54.24 mm	55.08 mm	0.85 mm
P4-P6	18.71 mm	18.87 mm	0.15 mm
P5-P6	63.54 mm	64.06 mm	0.52 mm
P4-M	26.60 mm	26.61 mm	0.00 mm
P5-M	72.93 mm	73.72 mm	0.78 mm
P6-M	29.22 mm	29.40 mm	0.18 mm

Die Verlagerung der Prothese erfolgte in

cranio-caudaler Richtung um 0.14 mm
 latero-medialer Richtung um 0.07 mm
 dorso-ventraler Richtung um 0.14 mm

und betraegt 0.37 mm

Durch die Markierung bedingter Streubereich (90° Interferenz):

von cranio-caudal 0.05 mm bis cranio-caudal 0.05 mm
 von latero-medial 0.07 mm bis latero-medial 0.07 mm
 von dorso-ventral 0.14 mm bis dorso-ventral 0.14 mm

im Betrag des Verlagerungsvektors 0.17 mm

Tab. 16

*** SRA - FUNKTIONSAUFNAHME ***

Name ~~XXXXXXXXXX~~
 Vorname ERWIN
 Geburtstag (Tag.Monat.Jahr) 15.7.33
 Geschlecht MAENNLICH
 Prothesenart u. Seite SCHALE RECHTS
 Datum der Operation 10.11.77
 Datum der Aufnahmen 29.6.79
 Art der 1. bzw. 2. Aufnahme ADD/ABD

ERGEBNIS:

ABSTAEUNDE	1.AUFNAHME	2.AUFNAHME	DIFFERENZEN
P1-P2	41.30 mm	41.40 mm	0.09 mm
P1-P3	39.20 mm	38.98 mm	-0.29 mm
P2-P3	31.41 mm	31.24 mm	-0.17 mm
P1-N	63.44 mm	62.71 mm	-0.72 mm
P2-N	98.05 mm	98.01 mm	-0.03 mm
P3-N	77.93 mm	78.30 mm	0.37 mm

Die Verlagerung der Prothese erfolgte in

caudo-cranialer Richtung um 0.53 mm
 medio-lateraler Richtung um 0.38 mm
 dorso-ventraler Richtung um 2.01 mm

und betraegt 2.12 mm

Durch die Markierung bedingter Streubereich (80% Intervall) :

von cranio-caudal 0.04 mm bis caudo-cranial 0.04 mm
 von latero-medial 0.17 mm bis medio-lateral 0.17 mm
 von ventro-dorsal 0.16 mm bis dorso-ventral 0.16 mm

im Betrag des Verlagerungsvektors 0.17 mm

Winkel zwischen der Ebene des Oeffnungskreises der Schale
 und der Transversalebene bei Drehung um die

	1.Aufnahme	2.Aufnahme	Differenzen
medio-laterale Achse	14.4 Grad	16.8 Grad	+2.4 Grad
dorso-ventralen Achse	47.6 Grad	48.5 Grad	+0.9 Grad
Schnittachse	48.4 Grad	49.5 Grad	+1.1 Grad

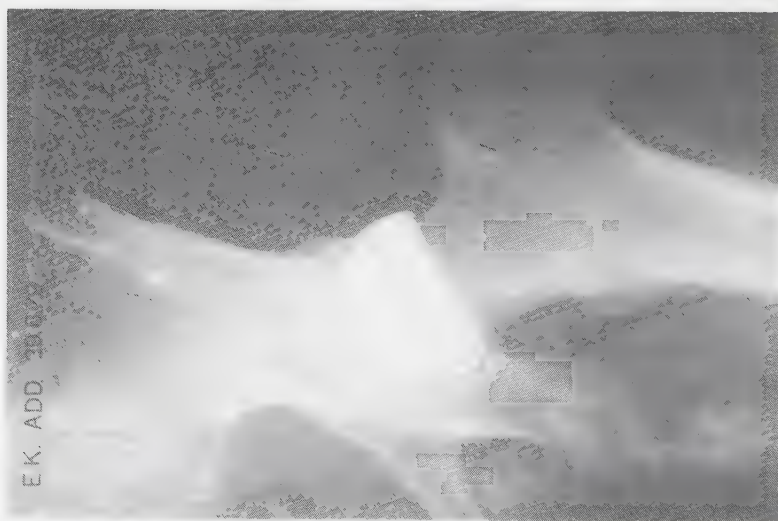
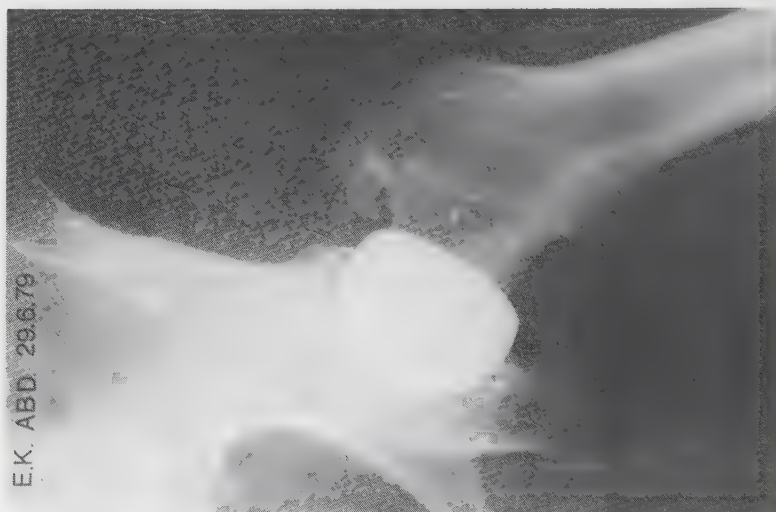


Abb. 15: Funktionsaufnahme des Luftröhrensystems K. durch elektronische Meßtechnik zur Zeit, als Patient vollkommen ausgekannnetet.

3.2. Statistik

3.2.1. Untersuchungsmaterial

Im Rahmen dieser Arbeit wurden 40 Patienten mit Schalenprothesen nachbeobachtet. Das Verhältnis von weiblichen zu männlichen Patienten beträgt 5 : 3. Bei zwei Patientinnen wurde eine beidseitige Alloarthroplastik vorgenommen, bei einer Patientin wurde die gelockerte Schalenprothese gegen ein Implantat des gleichen Typs gewechselt, so daß insgesamt 43 Kunstgelenke vorliegen, deren Verlagerung mit der SRA verfolgt wurde. Die jüngste Patientin war zum Operationszeitpunkt 27 Jahre alt, die beiden Ältesten 69 Jahre. Das Durchschnittsalter betrug 52 Jahre.

Von den meisten Untersuchungen liegen nur Befunde für den femoralen Kunstgelenkteil vor. Das ist auf verschiedene Ursachen zurückzuführen: Bei einem Teil der Patienten wurden im Becken nur unzureichende Markierungen eingebracht. Andere Patienten wurden bei der Belichtung der Stereoröntgenbilder nicht optimal gelagert, so daß die Markierungen des Beckens nicht auf beiden Aufnahmen vollzählig abgebildet wurden. In weiteren Fällen bildete sich der Markierungsdraht der Polyäthylenpfanne in der Röntgenaufnahme als Gerade ab, so daß der Kreis, den der Drahttring beschreibt, nicht rekonstruiert werden konnte.

Um die Befunde über die Verlagerungen zu veranschaulichen, sollen sie im folgenden graphisch dargestellt werden.

3.2.2. Verlagerungsvektoren der Schalen im Längs-Schnitt

Die Verlaufskontrollen wurden so standardisiert, daß der postoperative Befund noch während des stationären Aufenthalts erhoben wird, und die weiteren Untersuchungen in halbjährlichen Abständen erfolgen. Dieses Schema konnte nicht für das gesamte Patientenkollektiv eingehalten werden, da die einbestellten Patienten nicht immer zur Kontrolluntersuchung erschienen, einige Stereoröntgenbilder nicht auswertbar sind, und die älteren postoperativen Befunde, die mit einer anderen Röntgenanlage erhoben wurden, nicht mit den neueren vergleichbar sind.

Deshalb soll folgende Einteilung getroffen werden, nach der 35 Verlaufskontrollen geordnet werden konnten. Die erste Stereoröntgenaufnahme wird als Nullaufnahme (Zeitpunkt t_0) bezeichnet. Sie wurde innerhalb der ersten sechs Monate nach der Operation erstellt. Die Erstbeobachtung ist der Vergleich einer Stereoröntgenaufnahme, die innerhalb eines Jahres nach dem Zeitpunkt t_0 erstellt wurde, mit der Nullaufnahme. Wurde innerhalb des Zeitraums mehr als ein Befund erhoben, so wird der letzte zum Vergleich herangezogen. Bei der Zweitbeobachtung wird eine Aufnahme aus dem Jahr nach der Erstbeobachtung mit der Nullaufnahme verglichen. Bei mehreren Befunden wird auch hier der letzte genommen. Die Drittbeobachtung ist analog der Zweibeobachtung.

In den Abbildungen 16 bis 19 wird nun komponentenweise die Verlagerung der Schalenprothesen in Abhängigkeit von der Zeit dargestellt.

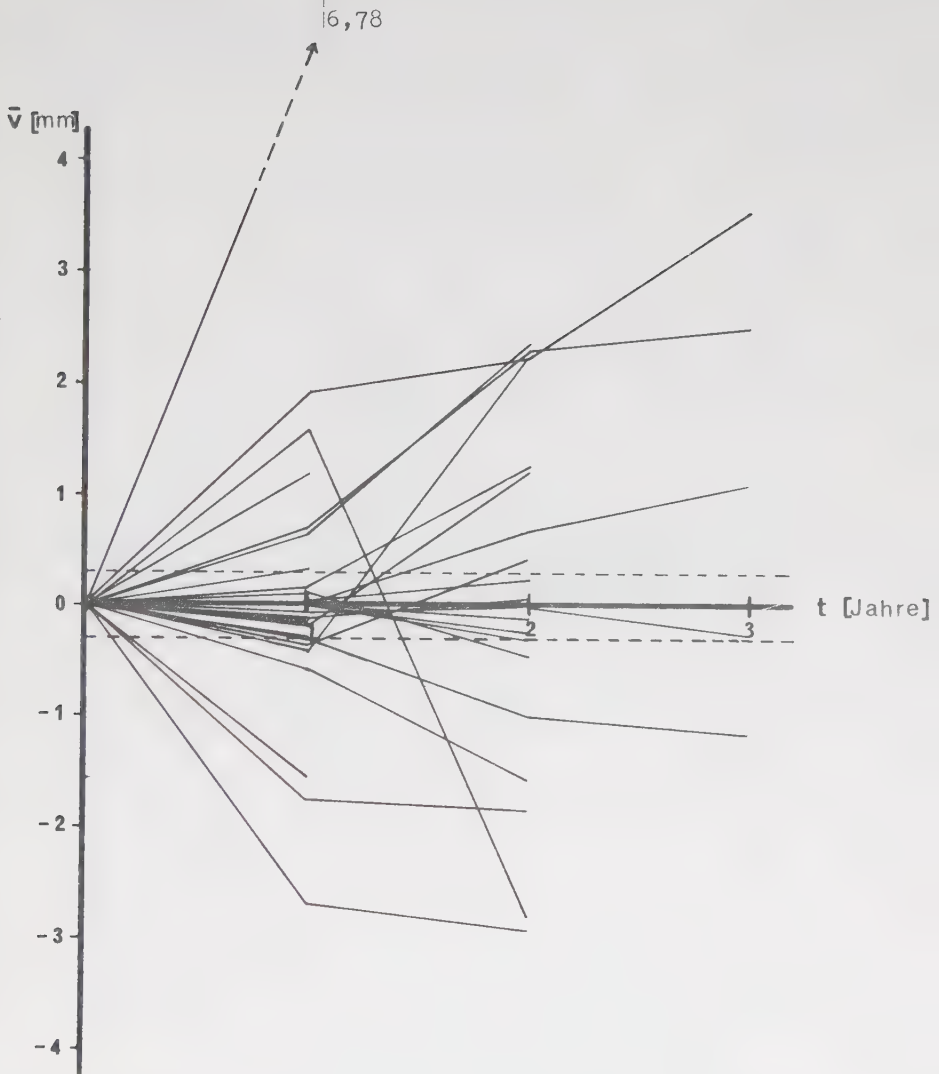


Abb. 16: Verlagerungen der Schalen in der Vertikal-
ebene (x - Vektor)

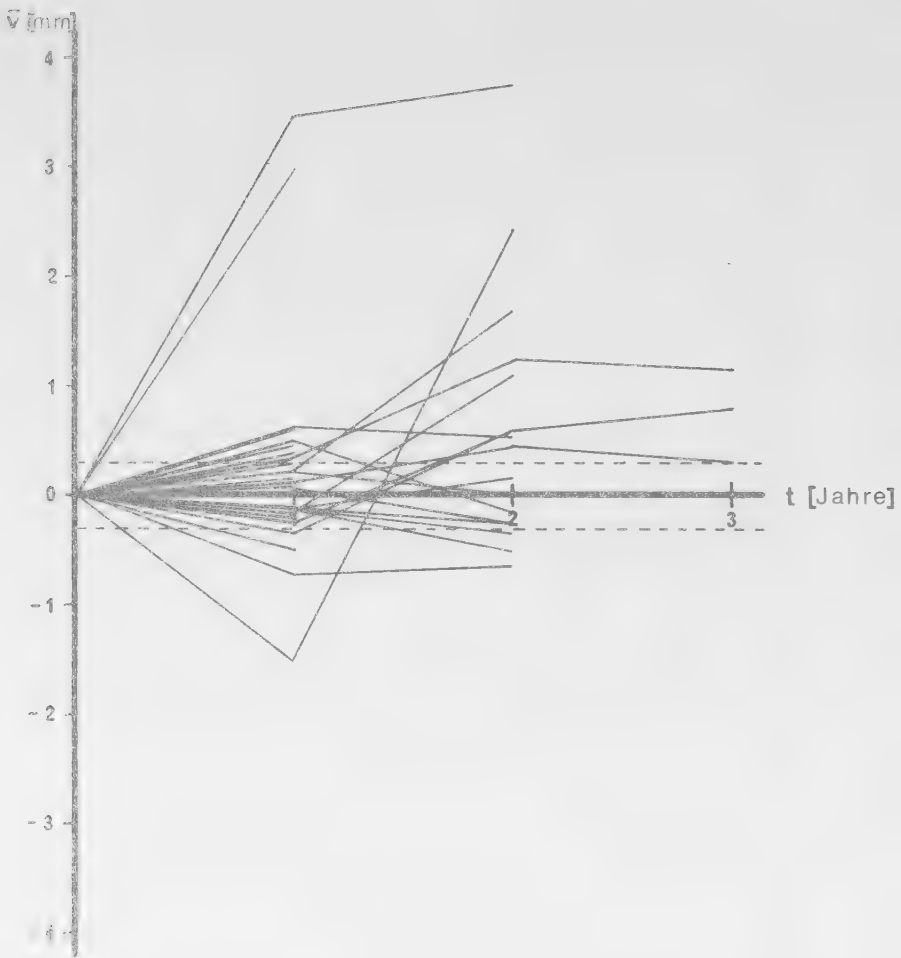


Abb. 17: Verlagerungen der Schalen in der Transversalebene (y - Vektor)

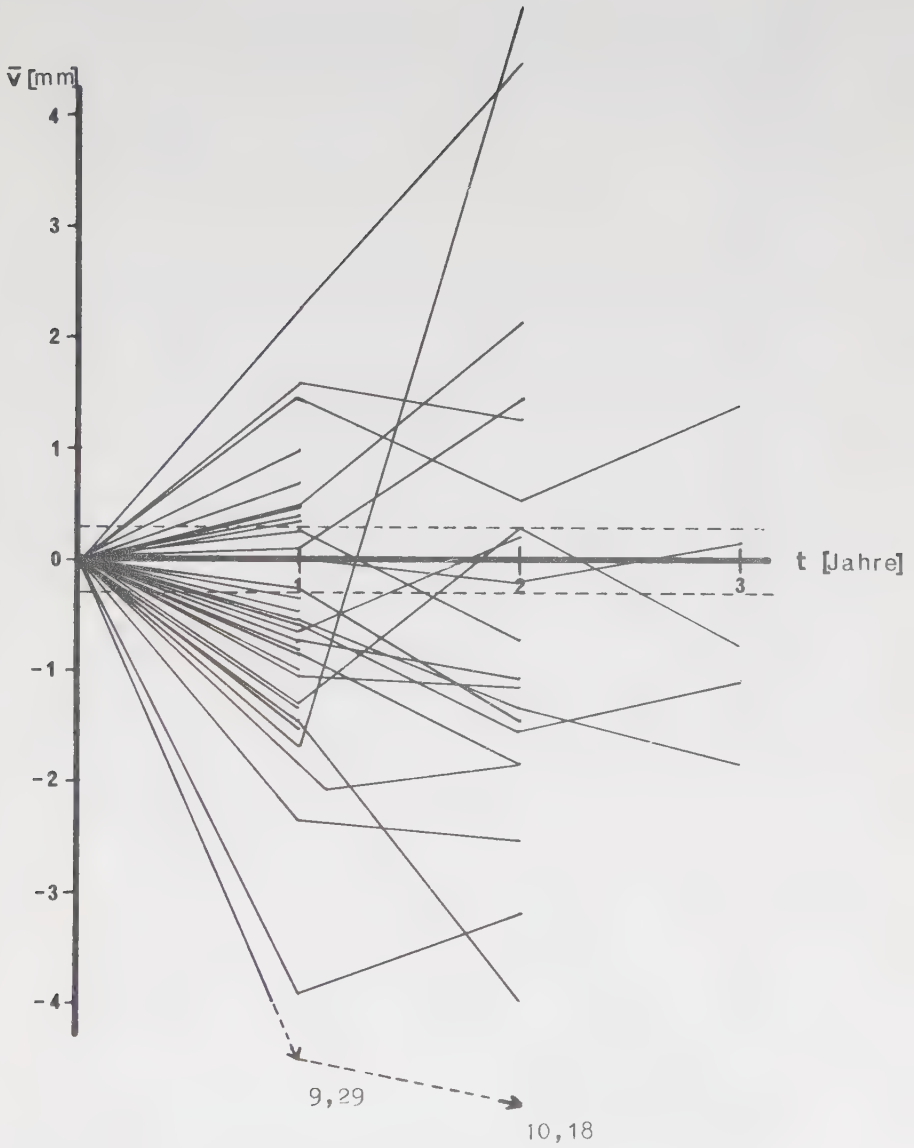


Abb. 18: Verlagerungen der Schalen in der Sagittalebene (z - Vektor)

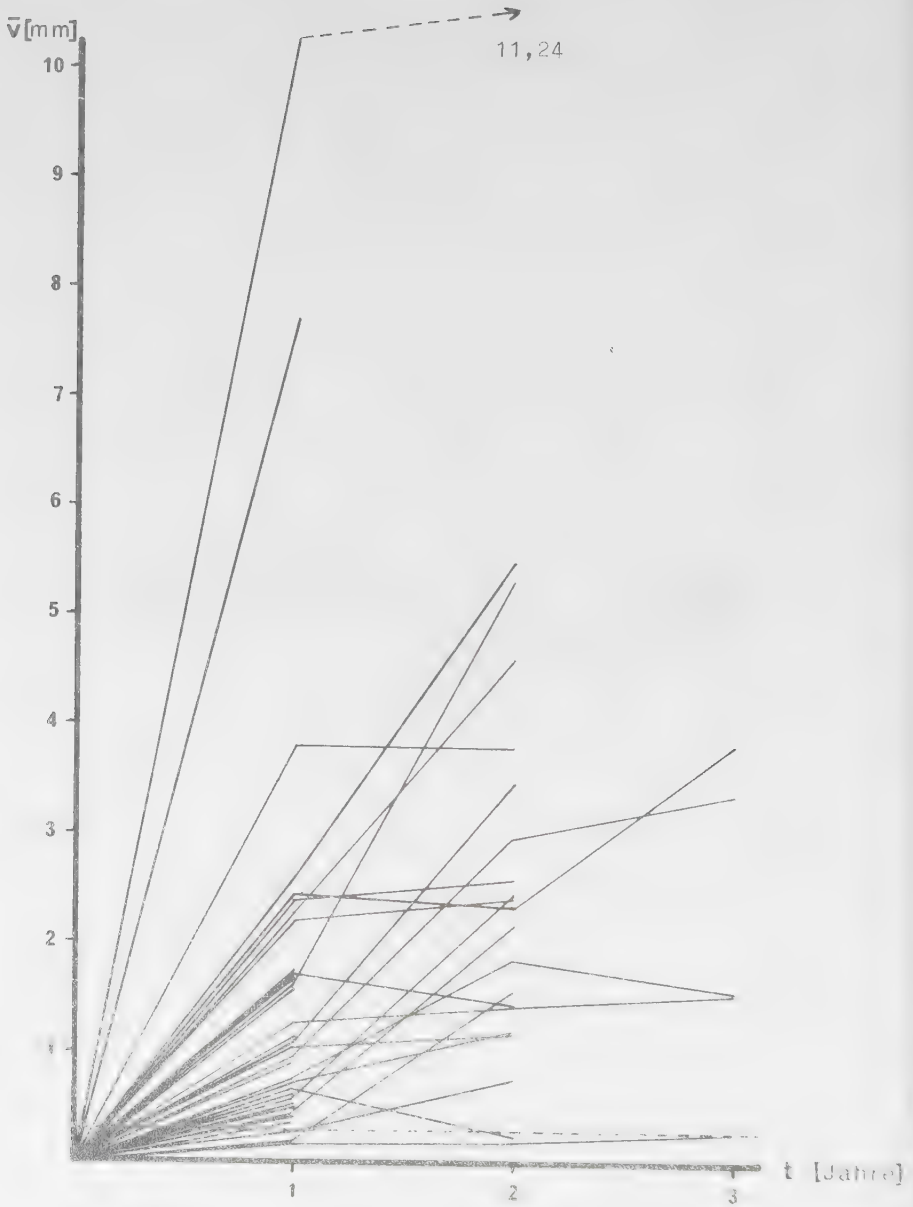


Abb. 19: Summenvektoren der Schalenverlagerungen

Es liegen 35 Befunde zum Zeitpunkt der Erstbeobachtung, 21 bei der Zweitbeobachtung und fünf bei der Drittbeobachtung vor. Die Bereiche zwischen der Abszisse und den gestrichelten parallelen Geraden liegen unter der Meßgenauigkeit der SRA.

3.2.2.1. Die Summenvektoren

Entsprechend der von Probst getroffenen Einteilung ist

- bei einem Verlagerungsvektor unter 0,3 mm eine Lockerung im Rahmen der SRA auszuschließen
- ein Verlagerungsvektor von 0,3 bis 0,5 mm ein grenzwertiger Befund
- bei einem Verlagerungsvektor von mehr als 0,5 mm eine Implantatverlagerung nachgewiesen.

Nach dieser Einteilung waren vier Prothesen bei der Erstbeobachtung nicht gelockert. Bei vier weiteren wurde ein Grenzbefund erhoben, und bei 27 konnte eine Verlagerung nachgewiesen werden. Von den 21 Implantaten, die zur Zweitbeobachtung vorlagen, wurde bei 20 eine Verlagerung nachgewiesen, wobei der Verlagerungsvektor, bis auf eine Ausnahme, einen Betrag von mehr als einen Millimeter aufwies. Nur eine Schale hatte bis zur Dreijahreskontrolle ihre Position nicht verändert.

Ein Vergleich der Zweitbeobachtung mit der Erstbeobachtung zeigt, daß zwei der nach Jahreskontrolle noch unverändert festsitzenden Schalenprothesen und eine, bei der eine grenzwertige Verlagerung bestand, inzwischen in ihrem Implantatlager gewandert sind. Acht der nach Jahresfrist als verlagert diagnostizierten Schalen haben sich im zweiten Jahr wiederum um einen Betrag von mehr als 0,5 mm verlagert, so daß hier eine Auslockerung angenommen werden kann. Bei sechs Prothesen,

die bei der Erstkontrolle eine zum Teil erhebliche Verlagerung aufwiesen, konnte mit der SRA keine weitere Wanderung des Implantats (unter 0,3 mm) festgestellt werden, so daß man davon ausgehen kann, daß in einigen Fällen eine bindegewebige Konsolidierung des Kunstgelenks stattgefunden hat.

Von den fünf Implantaten, die über drei Jahre beobachtet werden konnten, war nur eines unverändert fest. Bei der zweiten Schale hat der Betrag des Verlagerungsvektors ständig zugenommen, so daß hier eine permanente Auslockerung anzunehmen ist. Im dritten Fall wurde zunächst eine Verlagerung von 1,28 mm errechnet. Da jedoch bei den zwei nachfolgenden Kontrollen keine weitere Implantatwanderung feststellbar war, ist hier mit einer sekundären Stabilisierung des Kunstgelenks zu rechnen. Die vierte Prothese hat sich bei der ersten und zweiten Nachuntersuchung gegenüber dem postoperativen Befund um 0,69 bzw. 1,83 mm verlagert. Da die nächste Kontrolle keine weitere Veränderung erbrachte, mag auch hier eine bindegewebige Fixierung des Implantats eingetreten sein, was aber erst durch eine Funktionsaufnahme gesichert werden könnte. Nach einer anfänglichen Verlagerung von 2,43 mm wurde bei der fünften Schale zwischen der ersten und zweiten Nachkontrolle keine weitere Prothesenwanderung festgestellt. Nachdem die dritte Untersuchung aber eine Verlagerung von ca. 1,5 mm gegenüber dem zweiten Befund ergab, ist hier, vielleicht nach einer vorübergehenden Konsolidierung, eine Lockerung anzunehmen.

3.2.2.2. Die Raumkoordinaten der Verlagerungsvektoren

Betrachtet man die einzelnen Komponenten der Verlagerungs-

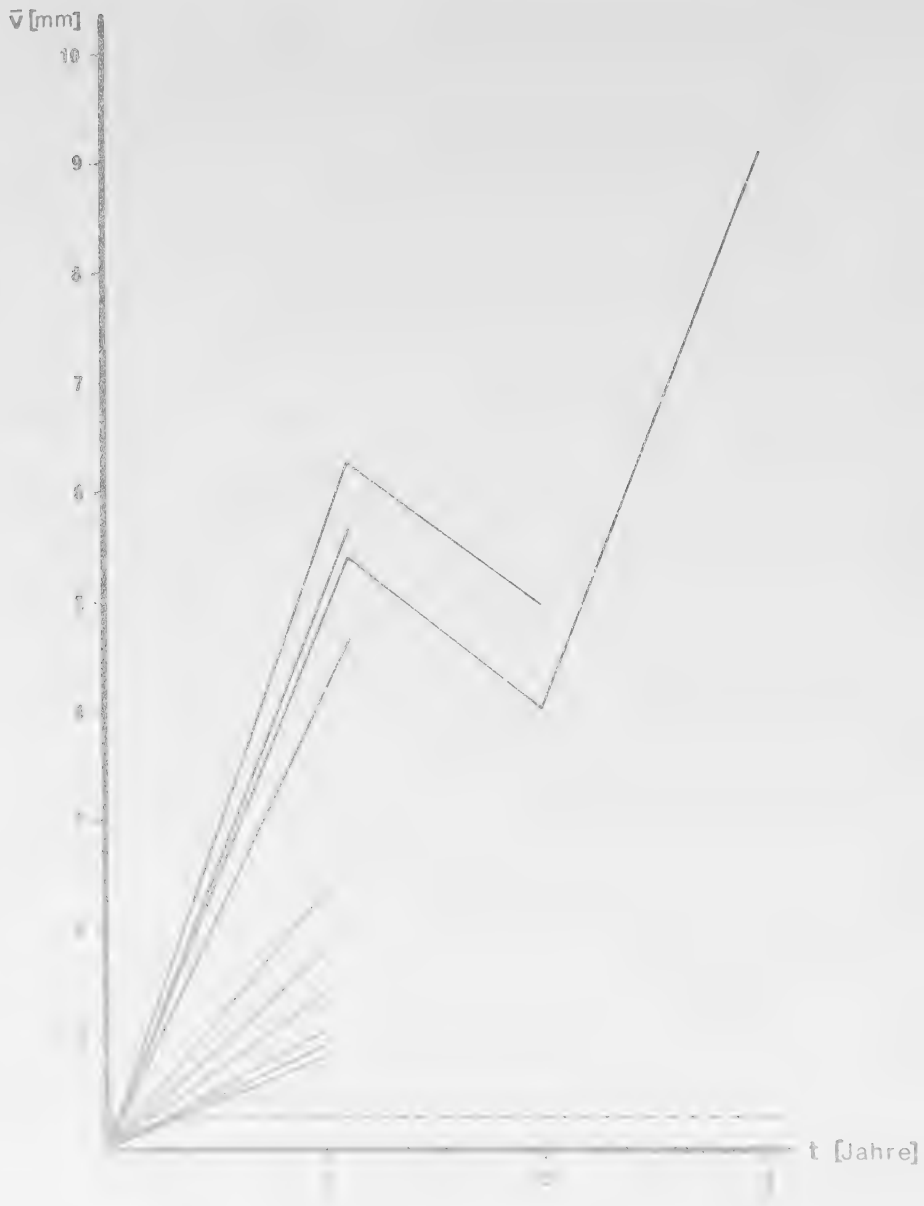
vektoren, so fällt auf, daß die Verlagerung der Schalenprothesen nicht in allen Ebenen im gleichen Ausmaß stattfindet. Den Verlagerungen in der Transversalebene (Abb. 17) kommt offensichtlich nur eine geringere Bedeutung zu. Im wesentlichen finden die Verlagerungen in der Vertikal- (Abb. 16) und vor allem in der Sagittalebene (Abb. 18), wobei hier -z überwiegt, was der ventro-dorsalen Richtung entspricht. Ein häufiger Mechanismus scheint das dorsale Abkippen der Schalen zu sein.

3.2.3. Verlagerungsvektoren der Pfannen im Längsschnitt

Wie bereits erwähnt, liegen von Hüftgelenkspfannen wesentlich weniger Ergebnisse vor. Aus dem beobachteten Patientengut konnten entsprechend der Einteilung aus Kap. 3.2.2. zehn Befunde über Erstbeobachtungen, zwei von Zweitbeobachtungen und ein Ergebnis einer Drittbeobachtung verwendet werden. Die Summenvektoren der Verlagerungen werden in Abb. 20 graphisch dargestellt. Trotz der geringeren Anzahl von SRA-Befunden zeigt ein Vergleich mit Abb. 19, daß bei Pfannen Verlagerungen deutlich größeren Ausmaßes vorliegen. Jede dieser zehn Hüftpfannen ist in ihrem Implantatlager gewandert.

3.2.4. Die Querschnittsuntersuchungen

Im Rahmen dieser Arbeit wurden bei zehn Patienten Funktionsaufnahmen durchgeführt. Davon konnte bei drei Prothesen auch die Pfanne beurteilt werden. Sie war in allen drei Fällen eindeutig gelockert. Bei zwei Schalen konnte eine Lockerung mit Sicherheit ausgeschlossen werden, zwei weitere ergaben einen Grenzbefund. Bei den anderen sechs Schalen wurde eine sichere Lockerung



Wachstumsvektoren der Pflanzverlagerung

festgestellt. Bei einer Patientin lagen noch keine Längsschnittbefunde vor, aber die klinische Symptomatik ließ eine Implantatlockerung für wahrscheinlich erscheinen. Sie konnte durch die Querschnittsuntersuchung bewiesen werden.

Nach der verifizierten Prothesenlockerung wurde bei drei Patienten eine Auswechseloperation vorgenommen.

3.3. Diskussion der Ergebnisse

Bei fast allen Schalenprothesen wurde nach längerer Beobachtungsdauer eine Verlagerung des Implantats festgestellt. In vielen Fällen ist diese numerisch exakt errechenbare Verlagerung nicht als klinisch relevante Lockerung zu bewerten, da eine sekundäre bindegewebige Stabilisierung des Kunstgelenks durchaus möglich erscheint.

Die in dieser Arbeit untersuchten Pfannen waren alle gegenüber den Vorbefunden verlagert. Ein ähnlicher Befund wie der im Kap. 3.1., 3. Fall beschriebene, konnte bei einem anderen Patienten festgestellt werden. Auch hier war der Patient beschwerdefrei, die Schale erwies sich als festsitzend, die Pfanne war gelockert. Da solche Befunde auch von Hürner (7) bei SRA-Untersuchungen von Totalendoprothesen vom Typ Müller-Charnley erhoben wurden, kann angenommen werden, daß isolierte Pfannenlockerungen zu keiner oder nur geringer Beschwerdesymptomatik führen.

Auf der Suche nach klinischen Parametern für ausge-lockerte Implantate konnte keine Korrelation zwischen den anamnestischen Angaben und dem klinischen Befund sowie den SRA-Ergebnissen hergestellt werden.

So konnte bei beschwerdefreien Patienten oder solchen mit atypischer Symptomatik eindeutig eine Verlagerung nachgewiesen werden. Umgekehrt konnten andere Patienten nur eine kurze Strecke mit Gehstütze zurücklegen, gaben Bewegungs- und Belastungsschmerzen an und zeigten bei der klinischen Untersuchung eine deutliche Bewegungseinschränkung im Hüftgelenk, mit der SRA konnte jedoch eine Verlagerung der Schale nicht nachgewiesen werden. Man muß daraus den Schluß ziehen, daß es keine eindeutigen klinischen Lockerungssymptome gibt.

4. Zusammenfassung

Mit der SRA-Verlaufsbeobachtung wurden 35 Schalenprothesen und zehn Hüftgelenkspfannen über einen Zeitraum von bis zu drei Jahren verfolgt.

In den meisten Fällen wurde dabei eine deutliche Verlagerung der Schalen festgestellt, die aber nicht unbedingt mit einer klinisch relevanten Lockerung gleichbedeutend ist. Anhand von Funktionsaufnahmen wurde bewiesen, daß auch verlagerte Prothesen wieder fest sitzen können.

Obwohl alle untersuchten Pfannen in ihrem Implantatlager gewandert sind, scheint dies keine oder nur geringe klinische Symptome hervorzurufen.

Besondere Bedeutung kommt der SRA zu, wenn ein Verdacht auf Implantatlockerung gesichert werden soll, und eine Auswechseloperation in Erwägung gezogen wird. Durch eine Querschnittsuntersuchung kann dann definitiv über den aktuellen Prothesensitz Auskunft gegeben werden.

5. Literatur

1) Biehl, G., Harms, J.

Zum Problem der gelockerten und infizierten Total-
endoprothese

Orthop. Praxis 6 (1976) 603

2) Dreyer, J., Georgi, P., Prevot, H.

Der Aussagewert der Szintigrafie bei Verdacht auf
Endoprothesenlockerung

Orthop. Praxis 1 (1977) 45

3) Fuchs, J.

Stereo-Röntgenologische Frühdiagnose von Hüftprothesen-
lockerungen

Inaugural-Dissertation, Med. Fakultät der Friedrich-
Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, 1980

4) Hellinger, J., Purath, W., Hornuf, H.

Erste Ergebnisse des alloplastischen Hüftgelenkersatzes
nach Wagner

Beitr. Orthop. u. Traumatol. 27 (1980), H. 9

5) Herp, A., Leidel, W., Probst, K.-J.

Automatisierte Röntgenbildanalyse mittels eines Com-
puters

Biomedizinische Technik, Band 24, Ergänzungsband,
Juni 1979

6) Holz, U., Weller, S., Schauwecker, H.H.

Ergebnisse der Schalenprothese nach Wagner am Hüftge-
lenk

Orthop. 117 (1979), 455 - 456

7) Hürner, K.

Ergebnisse der Stereo-Röntgen-Analyse (SRA) bei Total-
endoprothesen nach Müller-Charnley

Inaugural-Dissertation, Med. Fakultät der Friedrich-
Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, 1982

8) Keyl, W., Hepp, W.R.

Informationswert der Hüftarthrographie bei Verdacht
auf Prothesenlockerung

Arch. orthop. Unfall-Chir. 77 (1973), 330

9) Lang, G., Kehr, P., Paternotte, H.

Hüftgelenkschalenendoprothesen nach Wagner - Erfahrungs-
bericht über 130 Behandlungsfälle

Beitr. Orthop. u. Traumatol. 27 (1980) H.1

10) Leger, W.

Erfahrungen mit der Schalenplastik des Hüftgelenks

Z. Orthop. 117 (1979), 740 - 745

11) Leidel, W., Herp, A., Probst, K.-J.

Mathematische Grundlagen einer computergesteuerten
Methode zur Erfassung von Endoprothesenlockerungen
23. Jahrestagung der Gesellschaft für medizinische
Dokumentation, Informatik und Statistik, Köln,
Oktober 1978

12) Leidel, W., Herp, A., Probst, K.-J.

Räumliche Darstellung von Röntgenbildern und ihre
metrische Auswertung

10. Tagung der Deutschen Gesellschaft für medizinische
Physik, Braunschweig, Mai 1979

13) Leidel, W., Herp, A., Probst, K.-J.

Rekonstruktion dreidimensionaler Objekte aus zwei konventionellen Röntgenbildern
Biomedizinische Technik, Band 24, Ergänzungsband, Juni 1979

14) Probst, K.-J., Hohmann, D.

Eine biometrische Methode zur Frühdiagnose der Lockerung von Totalendoprothesen des Hüftgelenks
Orthop. Praxis 7 (1977) 482

15) Probst, K.-J., Herp, A., Leidel, W.

Die stereoradiologische Lokalisationsdiagnostik von Schalenendoprothesen des Hüftgelenks
Orthop. Praxis 9 (1978) 664

16) Probst, K.-J., Herp, A., Leidel, W.

Stereoradiologische Lokalisationsdiagnostik von Schalen- und Totalendoprothesen des Hüftgelenks
Arch. Orthop. Traumat. Surg. 92 (1978) 75

17) Probst, K.-J., Herp, A., Leidel, W.

Vergleichbarkeit zeitlich aufeinanderfolgender Meßdaten aus Röntgenbildern
13. Tagung der Deutschen Gesellschaft für Biomedizinische Technik, Kiel, Juni 1979

18) Probst, K.-J.

Stereo-Röntgen-Analyse (SRA) von Lockerungsvorgängen alloplastischer Hüftgelenkimplantate
Habilitationsschrift, Med. Fakultät der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, 1980

19) Schulitz, K.P., Gärtner, B., Hüwel, R.

Die schwingungsmechanische Methode zur Erfassung einer
Prothesenlockerung

Orthop. Praxis 1 (1977) 42

20) Schulitz, K.P., Gärtner, B.

Schwingungsmechanische Untersuchungen zur Frage der
Prothesenlockerung

Vortrag auf der 65. Tagung der Deutschen Gesellschaft
für Orthopädie und Traumatologie, München, Sept. 1978

21) Thull, R., Bauerschmidt, P., Neupert, R.

Bestimmung der mechanischen Kopplung von Implantat und
Knochen zur Früherkennung der Prothesenlockerungen

Vortrag auf der 65. Tagung der Deutschen Gesellschaft
für Orthopädie und Traumatologie, München, Sept. 1978

22) Wagner, H.

Der alloplastische Gelenkflächenersatz am Hüftgelenk

Arch. Orthop. Traumat. Surgery 82 (1975) 101

23) Wagner, H.

Indikation, Technik und Ergebnisse der Schalenprothese
des Hüftgelenks

Z. Orthop. 117 (1979), 449 - 453

24) Witt, A.N., Hackenbroch, M.H.

Therapeutische Möglichkeiten bei gelockerten Hüft-
totalprothesen

Z. Orthop. 114 (1976), 330 - 341

L e b e n s l a u f

Am 6.1.1953 wurde ich als zweiter Sohn des Werbeberaters Franz Prellwitz und seiner Ehefrau Anna in Erlangen geboren.

Ab September 1959 besuchte ich in Erlangen die Volksschule und ab 1963 das Gymnasium. Mit der mittleren Reife verließ ich die Schule, um den Beruf des Versicherungskaufmanns zu erlernen. Nach der Lehre besuchte ich in Nürnberg die Berufsoberschule und schloß 1975 mit der Hochschulreife ab.

Anschließend leistete ich in einem Altersheim den Zivildienst ab.

Seit Juli 1975 bin ich mit Maria Prellwitz, geb. Helmer, verheiratet.

Studiengang:

1976-78	Vorklinik	Erlangen
	Aug. 76: Ärztliche Vorprüfung	
1978-81	Klinik	Erlangen
	Aug. 79: 1.Abschnitt der ärztl. Prüfung	
	Aug. 81: 2.Abschnitt der ärztl. Prüfung	
1981-82	Praktische Jahr: Chirurgie und Innere Medizin	Nürnberg
	Kinderheilkunde	Erlangen
	Okt. 82: 3.Abschnitt der ärztl. Prüfung	





Druck: Offsetdruckerei Karl Döres, 8520 Erlangen, Jägerstr. 3, Inh. B. Lengenfelder